


## Wafer clamping ring used for plasma treatment chamber in IC manufacturing has erosion-resistant tips

**Patent number:** DE19855654  
**Publication date:** 2000-06-15  
**Inventor:** LEE RAY CHINGREAN (TW); CHEN TROY (TW);  
HSIAO JEN-HUI (TW); TING MU-TSUN (TW)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE); MOSEL VITELIC INC (TW);  
PROMOS TECHNOLOGIES INC (TW)  
**Classification:**  
- international: H01J37/32; H01L21/68  
- european: H01L21/687S  
**Application number:** DE19981055654 19981202  
**Priority number(s):** DE19981055654 19981202; JP19990018980 19990127;  
US19980183014 19981030

Also published as:

 US6166898 (A1)

### Abstract of DE19855654

Tips (200) are secured at the ring periphery in a mutual space. Each tip protrudes radially inwards to the ring and has several side faces, tapering towards an individual, continuous rotation surface located at one tip point inside the ring. The point is radially most remote from the ring so that a cross-section comprises several side faces and the rotation surface in a ring plane also contains two segments on lines, intersecting at sharp angles, as well as an arc of a concave ellipse, with the arc starting at line segment and ends at the other one most remote from the ring. Independent claims are included for a plasma treatment device and an integrated circuit.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(3) 12.30.53



abstract

①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑩ **Offenlegungsschrift  
DE 198 55 654 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 J 37/32**  
H 01 L 21/68

②1 Aktenzeichen: 198 55 654.3  
②2 Anmeldetag: 2. 12. 1998  
④3 Offenlegungstag: 15. 6. 2000

DE 198 55 654 A 1

⑦1 **Anmelder:**  
Mosel Vitelic Inc., Hsinchu, TW; ProMOS  
Technologies, Inc., Hsinchu, TW; Siemens AG,  
80333 München, DE

⑦4 **Vertreter:**  
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,  
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 81679  
München

⑦2 **Erfinder:**  
Lee, Ray Chingrean, Taipeh/T'ai-peí, TW; Ting,  
Mu-Tsun, Tai-Hsi, Yun-Lin, TW; Hsiao, Jen-Hui,  
Chun-Ho, Taipeh/T'ai-peí, TW; Chen, Troy,  
Yung-Kang, Tainan, TW

⑤6 **Entgegenhaltungen:**

|    |               |
|----|---------------|
| DE | 197 13 034 A1 |
| DE | 44 03 552 A1  |
| US | 52 98 465     |
| US | 52 92 399     |
| US | 52 84 602     |
| US | 52 13 650     |
| EP | 08 22 580 A2  |
| EP | 06 51 424 A2  |
| EP | 06 37 055 A1  |
| EP | 04 34 307 A2  |
| EP | 02 50 064 A2  |
| JP | 06-77 169 A   |

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Plasmakammer-Wafer-Klemmring mit erosionsresistenten Spitzen**

⑤7 Plasmaerosionsresistenter Klemmring, welcher zum Festklemmen eines Wafers in einer Plasma-Behandlungskammer vorgesehen ist. Der plasmaerosionsresistente Klemmring umfaßt einen Ring und eine oder mehrere Spitzen, welche daran befestigt sind und gegeneinander um einen Umfang des Ringes beabstandet sind. Jede der Spitzen ragt aus dem Ring in einer radialen Richtung zu einem Inneren des Ringes heraus. Jede Spitze weist eine Vielzahl von Seitenoberflächen auf, welche spitz zulaufen zu und auftreffen auf einer einzigen kontinuierlichen Rotationsoberfläche. Die Rotationsoberfläche ist im Inneren des Ringes an einer Stelle der Spitze angeordnet, welche radial am weitesten entfernt von dem Ring ist. Das Zusammentreffen der abgeschrägten Seiten an der einzigen kontinuierlichen Rotationsoberfläche weist einen Querschnitt, welcher in einer Ebene des Ringes aufgenommen ist, wie folgt auf: Der Querschnitt umfaßt erste und zweite Liniensegmente auf Linien, welche sich in einem spitzen Winkel kreuzen, und einen Bogen einer konkaven Ellipse, welcher an dem Ende des ersten Liniensegmentes, am weitesten von dem Ring entfernt, beginnt und an einem Ende des zweiten Liniensegmentes, am weitesten von dem Ring entfernt, endet.

DE 198 55 654 A 1

Die vorliegende Anmeldung betrifft Plasma-Behandlungskammern, wie beispielsweise solche, die zur Herstellung von integrierten Halbleiterschaltungen benutzt werden.

Fig. 1 zeigt eine Plasmakammer, welche beispielsweise zur Herstellung von integrierten Halbleiterschaltungen benutzt werden könnte. Wie gezeigt ist, wird ein Wafer (auf welchem z. B. eine oder mehrere integrierte Halbleiterschaltungen ausgebildet sind) zwischen ersten und zweiten Elektroden e1 und e2, welche an gegenüberliegenden Seiten der Kammer angeordnet sind, positioniert. Der Wafer W wird ebenfalls zwischen ebenfalls an gegenüberliegenden Seiten der Kammer befindlichen Nord- und Südpolen m1 bzw. m2 eines Magneten plazierte, wobei dessen Seiten orthogonal zu den Seiten sind, an welchen die Elektroden e1 und e2 angeordnet sind. Ein Niederdruckgas G wird in die Plasmakammer durch eine Einlaßöffnung, wie beispielsweise einen Brausekopf S, eingeführt. Eine Spannungsquelle V legt eine oszillierende Spannung (von z. B. 13.58 MHz) an den Elektroden e1 und e2 an, um ein elektrisches Feld E zu erzeugen, welches zwischen den zwei Elektroden e1 und e2 ausgerichtet ist. Dies zielt darauf ab, die Moleküle des Niederdruckgases G zu veranlassen, in einer zyklischen Bewegung zu kreisen. Die Nord- und Südpole m1 und m2 des Magneten führen ein Magnetfeld B ein, welches zwischen den zwei Polen ausgerichtet ist, wobei das Magnetfeld B orthogonal zu dem elektrischen Feld E ist. Dies zielt darauf ab, die Zusammenstöße der kreisenden Moleküle zu erhöhen, wodurch sie vollständig ionisiert werden, um das Plasma P über dem Wafer W auszubilden. Ein Kühlmittel C, wie beispielsweise flüssiges Helium, kann auf der Unterseite des Wafers W zirkuliert werden lassen, um ihn während der Behandlung zu kühlen.

Fig. 2 zeigt eine detailliertere Ansicht bestimmter Teile einer eigentlichen Plasmakammer 100, wie beispielsweise die MXP Centura™, welche von Applied Materials, Inc.™, ansässig in Santa Clara, Kalifornien, vertrieben wird. Die Kammer 100 weist zylindrisch geformte Seitenwände 105 auf. Eine Kathode 110 ist am Boden der Kammer 100 angeordnet. Ein Sockel 120 ist an der Kathode 110 befestigt. (Eigentlich können zusätzliche Teile an der Kathode 110, zwischen der Kathode 110 und dem Sockel 120 angebracht werden, wie beispielsweise ein O-Ring und eine Aluminiumplatten-Zwischenschicht. Diese sind aus Gründen der Kürze weggelassen.) Der Sockel 120 ist durch Einschrauben von Schrauben durch die Löcher 122 des Sockels 120 und die Löcher 112 der Kathode 110 befestigt. Ein Quarz-Sockeleinlegring, nicht gezeigt, kann nun in der Kammer 100 angeordnet werden, wobei er den Sockel 120 umgibt (zum Zweck des Verbesserns der Gleichmäßigkeit des Plasmagastroms über den gesamten Wafer W). Eine transparente Quarzabdeckung oder ein Fokusring 150 kann dann an die Oberseite der Kammer 100 angebracht werden, um eine gasdichte Versiegelung auszubilden, wodurch das Plasma P innerhalb der Kammer 100 eingeschlossen und der Wafer W vor einer Kontamination von außen isoliert wird. Wie gezeigt wird die Quarzabdeckung oder der Fokusring 150 durch Einschrauben von Schrauben 130 durch Löcher 132 an der Kammer 100 oder ein anderes Teil, welches darin befestigt ist (aus Gründen der Kürze nicht gezeigt), befestigt. Eine Quarzkappe kann auf der Oberseite einer jeden Schraube 130 plazierte werden.

Der Wafer W kann an den Sockel 120 auf eine von zwei Arten befestigt werden. Der Sockel 120 kann ein elektrostatischer Spannssockel sein. Solch ein Sockel 120 kann eine elektrostatische Ladung hervorrufen, welche den Wafer W während der Behandlung in Position hält. Alternativ kann

ein gewöhnlicher Sockel 120 benutzt werden. In einem solchen Fall ist der Wafer W unter Benutzung eines Klemmringes 160 an dem Sockel 120 festgeklemt. Wie gezeigt, weist der Klemmring 160 eine Vielzahl von Spitzen 170 auf, welche sich radial in Richtung des Inneren des Ringes 160 erstrecken. Die Abmessungen des Klemmrings 160 sind derartig, daß dessen Ring 165 einen größeren Durchmesser als der Wafer W aufweist und den Wafer nicht berührt. Vielmehr sind nur die Spitzen 170 in Kontakt und berühren den Wafer W. Die Spitzen 170 weisen Löcher 172 auf, um ein Schrauben des Klemmrings 160 an den Sockel 120 zu ermöglichen, wobei (z. B. Metall-)Schrauben 131 benutzt werden (welche wiederum durch nicht gezeigte Graphitstopfen abgedeckt sind), so daß die Spitzen 170 in Kontakt sind und auf den Wafer W nach unten drücken, wodurch er in Position gehalten wird.

Eine Plasmabehandlung wird gewöhnlich benutzt, um Strukturen auf einen Wafer zu ätzen, wie beispielsweise polykristallines Silizium (Poly) und Oxidstrukturen. Insbesondere werden Waferstrukturen, welche nicht geätzt werden sollen, mit einer Maske abgedeckt, während Waferstrukturen, welche geätzt werden sollen, unbedeckt belassen werden. Die Behandlung, welche das Plasma verwendet, erodiert die unbedeckten Strukturen.

Ein solcher plasmaerosiver Effekt betrifft auch die verschiedenen Teile in der Kammer 100. Dies reduziert die Lebensdauer der Teile. Weil solche Teile während des Behandelns des Wafers erodiert werden, wird das erodierte Material der Teile darüber hinaus in die Plasmakammer 100 als ein Schmutzstoff eingeführt. Dies führt dazu, daß sich die Ausbeute an integrierten Halbleiterschaltungen, welche aus den behandelten Wafers ausgebildet werden, verringert. Zwei Teile, die besonders dem plasmaerosiven Effekt unterliegen, sind die Schrauben 130, welche verwendet werden, um den Quarz-Fokusring oder die Abdeckung 150 (und die theoretisch verwendet werden können, um andere Objekte in der Plasmakammer 100 zu befestigen) und die Klemmringe 160.

Die Fig. 3 und 4 zeigen Spitzen 171 und 173 zweiter konventioneller Arten von Klemmrings 160. Diese Spitzen 171 und 173 sind vorzugsweise aus Polyimidmaterial, wie etwa dem unter dem Markennamen Vespel™ von DuPont Engineering Polymers™, ansässig in Newark, Delaware, vertriebenen Material, hergestellt. Die Spitze 171 weist zwei spitz zulaufende ebene Seiten s1 und s2 auf, welche an einer planaren Oberfläche s3 zusammentreffen, die radial am weitesten von dem Ring 165 entfernt ist. Die Oberflächen s1 und s2 treffen die Oberfläche s3 in scharfen Kanten mit vernachlässigbaren Oberflächenbereichen. Die Oberfläche s3 selbst weist eine Breite l1 von nur 1 mm auf. Zusätzlich läuft auch die obere Oberfläche s4 spitz zu, so daß sie ferner die Höhe l4 der Oberfläche s3 auf etwa 1,5 mm verringert. Eine Aussparung, welche eine Länge von etwa l3 = 3 mm in radialer Richtung aufweist, ist zum Aufnehmen des Wafers W darunter, wenn er geklemmt wird, vorgesehen. Die Spitze 171 wird für Poly-Ätzanwendungen am häufigsten benutzt.

Auch die Spitze 173 weist spitz zulaufende planare Oberflächen s1' und s2' auf. Diese Oberfläche s1' trifft auf eine Kante der zylindrischen Oberfläche s5. Die gegenüberliegende Kante der zylindrischen Oberfläche s5 trifft auf eine Kante der Oberfläche s3'. Die gegenüberliegende Kante der Oberfläche s3' trifft auf eine Kante der zylindrischen Oberfläche s6, welche ein Spiegelbild der Oberfläche s5 ist. Die gegenüberliegende Kante der zylindrischen Oberfläche s6 trifft auf eine Kante der Oberfläche s2'. Jede zylindrische Oberfläche s5 und s6 trägt weniger als  $\pi/2$  der Drehung des Zylinders bei (aufgrund der leichten Anschrägung der Seiten s1' und s2') und weist weiterhin einen Radius von weni-

ger als 0,5 mm auf. Somit weist jede dieser Oberflächen s5 und s6 einen sehr kleinen Oberflächenbereich auf und wirkt als leicht abgestumpfte Eckkante zwischen der Oberfläche s3' und jeweils der Oberfläche s1' oder s2'. Wenn es derart betrachtet wird, trennt die Oberfläche s3' die Oberflächen s1' und s2' um etwa  $l2 \approx 3$  mm. Auch die Aussparungslänge l3' ist kürzer, z. B. etwa 2 mm. Die Spitzen 173 werden für Oxid-Ätzanwendungen verwendet.

Das Problem mit den Ringen 160 des Standes der Technik besteht darin, daß die Spitzen 171 und 173 sehr rasch durch das oben erwähnte Plasma-Erosionsphänomen verschleiben. Die typisch nutzbare Lebensdauer eines Rings 160 liegt bei etwa 230 Stunden, falls der Ring Spitzen 171 aufweist, und 230 Stunden, falls der Ring Spitzen 173 aufweist. Die Spitzen 171 und 173 werden üblicherweise länger gemacht (d. h. mit einer längeren Ausdehnung l3 oder l3'), um ihre Lebensdauer zu verlängern. Jedoch vergrößert dies die Spitzenkontaktfäche auf dem Wafer, wodurch die Größe des Oberflächenbereiches auf dem Wafer verringert wird, welcher für integrierte Schaltungen verwendet werden kann. Des weiteren ist das Ätzen in der Nähe der Spitzen 171 oder 173 nicht so gleichmäßig, wie der Rest des Wafers. Überdies wird aufgrund der raschen Erosion der Spitzen 171 und 173 der Ringe 160 eine große Menge von Schmutzpartikeln während des Plasmaätzens eingebracht, wodurch die Ausbeute sinkt.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden.

Diese und weitere Aufgaben werden durch die vorliegende Erfindung erreicht. Gemäß einer Ausführungsform ist ein plasmaerosionsresistenter Klemmring vorgesehen zum Klemmen eines Wafers in einer Plasma-Behandlungskammer. Der plasmaerosionsresistente Klemmring umfaßt einen Ring und daran befestigt und gegenseitig um einen Umfang des Rings beabstandet, eine oder mehrere Spitzen. Jede der Spitzen erstreckt sich von dem Ring weg in einer radialen Richtung in Richtung des Inneren des Rings. Jede Spitze weist eine Mehrzahl von Seitenoberflächen auf, welche spitz zulaufen zu, und sich treffen an, einer einzelnen kontinuierlichen Rotationsoberfläche. Die Rotationsoberfläche ist im Inneren des Rings an einer Stelle der Spitze plaziert, welche radial am weitesten von dem Ring entfernt ist. Der Zusammenreffbereich der spitz zulaufenden Seiten an der einzelnen kontinuierlichen Rotationsoberfläche weist einen in Ebene des Rings aufgenommenen Querschnitt wie folgt auf: Der Querschnitt umfaßt erste und zweite Liniensegmente, an Linien, die sich in spitzem Winkel kreuzen, und einen Bogen einer konkaven Ellipse, der an einem Ende des ersten Liniensegments, am weitesten von dem Ring entfernt, beginnt und an einem Ende des zweiten Liniensegments, am weitesten von dem Ring entfernt, endet.

Ein Klemmring mit einer solchen Spitzengeometrie ist frei von scharfen, "zugespitzten" geringoberflächigen Kantenbereichen, insbesondere in der Nähe, in der der Wafer geklemmt wird. Dies führt dazu, daß die Ansammlung von elektrischer Ladung an den Spitzen verringert wird, wodurch die Plasma-Erosion der Spitzen und das Einbringen von kontaminierenden Verunreinigungen in die Kammer verringert wird. Die Ringlebensdauer ist dramatisch erhöht, und darüber hinaus ist die Gleichförmigkeit des Plasmaflusses in der Nähe der Spitzen verbessert.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer konventionellen Plasmakammer;

Fig. 2 eine auseinandergezogene Ansicht einer konventionellen Plasmakammer;

Fig. 3 eine erste Klemmringspitze des Standes der Technik;

Fig. 4 eine zweite Klemmringspitze des Standes der Technik;

Fig. 5 eine Klemmringspitze gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 6 eine Seitenansicht der Klemmringspitze der Fig. 5 und

Fig. 7 eine Querschnittansicht der Klemmringspitze der Fig. 5, aufgenommen entlang der Ebene des Rings.

Es wurde festgestellt, daß die rasche Plasma-Erosionsrate der Klemmringspitzen 171 und 173 des Standes der Technik (Fig. 3 und 4) ein Ergebnis ihrer Geometrie ist. Insbesondere weist jede Spitze 171 und 173 scharfe oder zugespitzte Kanten (z. B. die Kanten, wo die Oberfläche s3 jeweils mit den Oberflächen s1, s2 und s4 zusammentrifft, in Fig. 3, die Oberflächen s5 und s6, an welchen die Oberfläche s3' die Oberflächen s1' und s2' "trifft", in Fig. 4, oder die Kante, an welcher die Oberfläche s3' mit der Oberfläche s4' in Fig. 4 zusammentrifft), mit sehr kleinen oder vernachlässigbaren Oberflächenbereichen auf. Wie bekannt, erzeugt das während des Plasma-Behandlungsprozesses angelegte Magnetfeld B (Fig. 1) eine Nettodrift des Plasmas P. Dies führt dazu, daß die geladenen Ionen des Plasmas so verteilt sind, daß eine negative Nettoladung sich in der Nähe eines Magnetpoles ansammelt und daß sich eine positive Nettoladung an dem anderen Magnetpol ansammelt. Eine solche Verteilung der Ladungen kann eine Ladung in anderen Objekten innerhalb der Plasmakammer induzieren, wie etwa dem Wafer W (Fig. 1) oder dem Klemmring. Des weiteren ist bekannt, daß negative Ladung dazu tendiert, sich an geringvolumigen, geringoberflächigen Teilen von Objekten, wie etwa den scharfen "zugespitzten" Kanten der Spitzen 171 und 173 zu konzentrieren. Diese hohe Konzentration von negativer Ladung erhöht die Rate, mit welcher das Plasma die Spitzen angreift, d. h. erodiert. Des weiteren ändert die hohe Konzentration der negativen Ladung den Fluß des Plasmas P, welches selbst eine Ansammlung von geladenen Ionen ist, in der Nähe der Spitzen. Bei einem Ansatz, eine wenigstens minimal nutzbare Lebensdauer der Ringe 160 zu erhalten, werden die Spitzen 171, 173 verlängert, d. h. so, daß sie l3 oder l3'  $\approx 3$  mm hervorstehen. Das bedeutet, daß die Spitzen 171 und 173 einen größeren Teil des Wafers W berühren, wodurch sie die Größe des nutzbaren Oberflächenbereichs des Wafers W verringern.

Die Fig. 5 bis 7 zeigen eine Spitze 200 gemäß der Erfindung, jeweils in perspektivischer, Seiten- und Querschnittansicht. Die Querschnittansicht der Fig. 7 ist entlang der Ebene des Rings (nicht gezeigt) des Klemmrings (z. B. ähnlich zu Ring 165 des Klemmrings 160 der Fig. 2) oder irgendeiner Ebene parallel dazu aufgenommen. Solch eine Spitze 200 kann eine einer Mehrzahl, z. B. 12, Spitzen 200 sein, welche gegenseitig gleich beabstandet um den Umfang eines Rings (so wie der Ring 165) eines Klemmrings sind. Die Spitze 200 hat zwei Seiten s10 und s12, welche zumindest teilweise eben sind. Diese Seiten s10 und s12 laufen in einem spitzen Winkel  $\alpha$  von etwa  $30^\circ$  spitz zu, obwohl  $\alpha$  jeden anderen spitzwinkligen Wert annehmen kann. Wie in Fig. 7 gezeigt, liegen die ebenen Teile der Oberflächen s10 und s12 auf Liniensegmenten von Linien, welche einen Winkel  $\alpha$  bilden. Die Seiten s10 und s12 treffen sich an einer Oberfläche s11, welche ein Teil einer konkaven Rotationsoberfläche, z. B. eines Zylinders, einer Kugel, eines Konus, eines Ellipsoids, etc. ist. In Fig. 5 ist die Oberfläche s11, als etwa  $\gamma = \pi$  Rad der Oberfläche eines Zylinders gezeigt. Bevorzugt ist die Oberfläche s11 mehr als  $\pi/2$  Rad der Rotationsoberfläche. Wie in Fig. 7 gezeigt, ist der Querschnitt der Oberfläche s11 ein einzelner durchgehender Bogen einer

konkaven Ellipse (in diesem Fall ein Kreis). Anschaulich weist die Oberfläche s11 einen gleichbleibenden Radius von etwa  $r_3 = 1,0$  mm auf. Die Oberflächen s10 und s12 treffen sich an entgegengesetzten Enden der Oberfläche s11, wobei die Enden durch einen Abstand von etwa  $l_5 = 2,0$  mm getrennt sind. Die Oberflächen s10 und s12 treffen auf den inneren Umfang des Rings in Kurven mit einem jeweiligen Radius  $r_4$  bzw.  $r_5$ , mit  $r_4 = r_5 \approx 2,0$  mm.

Die Spitze 200 weist eine obere Oberfläche s13 auf, die auf die Oberflächen s10, s11 und s12 trifft. Die obere Oberfläche s13 ist auch in einem Winkel  $\beta$  von etwa  $16^\circ$  spitz zulaufend. Die Höhe der Oberfläche s11 ist etwa  $l_7 = 2,1$  mm. Eine Aussparung 205 von etwa  $l_6 = 0,5$  mm Höhe ist außerdem an der Unterseite des Abschnitts der Spitze 200 gebildet, die in das Innere des Rings vorsteht, um so einen Raum für den Wafer vorzusehen, auf welchem die Spitze 200 liegt. Die Aussparung 205 ist in der radialen Richtung etwa  $l_8 = 4$  mm lang. Diese Aussparung 205 befindet sich außerdem etwa  $l_9 = 22$  mm von der Mitte des angeschrägten Lochs 210 zur Aufnahme der Schraube. Die Mitte des angeschrägten Lochs 210 befindet sich etwa  $l_{10} = 37$  mm von der am weitesten von der Oberfläche s11 entfernten Kante der Spitze 200. Die Spitzen 200 und der Ring, an dem sie angeordnet sind, sind bevorzugt ein einzelner integraler Zusammenbau, der aus einem plasmaerosionsresistenten Material, wie beispielsweise ein Polyimid, hergestellt ist.

Der Klemmring mit Spitzen 200 wird in ähnlicher Weise wie oben beschrieben benutzt. Diese besteht darin, daß ein Wafer mit einem oder mehreren integrierten Halbleiterschaltungen auf einem Sockel (wie beispielsweise der Sockel 120 der Fig. 2) plaziert wird, und an den Sockel 120 durch den Klemmring mit Spitzen 200 geklemmt wird. Der Wafer paßt in die Aussparungen 205 der Spitzen 200. Der Klemmring ist an dem Sockel mit Schrauben befestigt. Die Quarzabdeckung ist an der Kammer befestigt. Der Wafer wird dann mit dem Plasma behandelt. Weitere Prozessschritte können bei der Herstellung von integrierten Halbleiterschaltungen ausgeführt werden, wie etwa lichtbeständige Belichtung, Implantation, Diffusion von Verunreinigungen, chemisch-mechanisches Polieren, Aufheizen, Abscheiden von Lagen etc.

Die Spitzen 200 gemäß der Erfindung weisen vergrößerte Oberflächen-"Kanten"-Bereiche auf. Insbesondere wurden scharfe oder geringoberflächige Kantenbereiche nahe des Bereichs der Spitze (welcher einer der Teile mit dem geringsten Volumen des gesamten Klemmrings ist und daher am weitesten empfindlich auf die Ansammlung von negativen Ladungen) durch eine einzelne, kontinuierliche Rotationsoberfläche s13 mit einem Oberflächenbereich von  $\gamma \cdot l_7$  (was in diesem Fall etwa  $\pi \cdot 2,1 \approx 6,6$  mm<sup>2</sup> ist) ersetzt. Das Ergebnis ist ein dramatischer Anstieg der Klemmring-Lebensdauer auf etwa 1000 Stunden. Außerdem ist eine Kontamination durch Partikel verringert und die Gleichförmigkeit des Plasmastroms in der Nähe der Spitzen ist verbessert. Aufgrund des dramatischen Anstiegs in der Klemmring-Lebensdauer kann die Kontaktlänge  $l_8$  der Spitze auf etwa 1 mm reduziert werden, was die Kontaktfläche des Wafers auf etwa 2 mm<sup>2</sup> pro Spitze verringert. Als solches kann mehr Wafer-Oberflächenbereich für integrierte Schaltungen benutzt werden.

Die obige Diskussion ist rein darstellend für die Erfindung. Der Fachmann kann zahlreiche alternative Ausführungsformen ersinnen, ohne von dem Geist und dem Umfang der folgenden Ansprüche abzurücken.

#### Patentansprüche

##### 1. Plasmaerosionsresistenter Klemmring zum Klem-

men eines Wafers in einer Plasma-Behandlungskammer, umfassend:

einen Ring, und

eine oder mehrere Spitzen, welche an einem Umfang des Rings befestigt und gegenseitig beabstandet sind, wobei jede der Spitzen in einer radialen Richtung in Richtung eines Inneren des Rings vorragt, wobei jede Spitze mehrere Seitenoberflächen aufweist, welche spitz zulaufen zu und auftreffen auf eine einzelne kontinuierliche Rotationsoberfläche, welche im inneren des Rings an einer Stelle der Spitze angeordnet ist, welche radial am weitesten von dem Ring entfernt ist, so daß ein Querschnitt der mehreren Seitenoberflächen und der einzelnen kontinuierlichen Rotationsoberfläche, aufgenommen in einer Ebene des Rings, erste und zweite Liniensegmente auf Linien, die sich in einem spitzen Winkel überkreuzen, und einem Bogen einer konkaven Ellipse umfaßt, welcher an einem Ende des ersten Liniensegmentes, am weitesten entfernt von dem Ring beginnt, und an einem Ende des zweiten Liniensegmentes am weitesten von dem Ring entfernt endet.

2. Plasmaerosionsresistenter Klemmring nach Anspruch 1, weiter umfassend:

ein Loch, welches durch einen Abschnitt zumindest einer Spitze, an einer Stelle zumindest der einen Spitze, anders als an dem Abschnitt zumindest der einen Spitze im Inneren des Rings, am weitesten von dem Ring entfernt, zum Befestigen des Klemmrings ausgebildet ist.

3. Plasmaerosionsresistenter Klemmring nach Anspruch 1, wobei die Mehrzahl der Oberflächen zumindest einer Spitze erste und zweite zumindest teilweise ebene Oberflächen umfassen, welche mit der Rotationsoberfläche zusammentreffen, und wobei die Rotationsoberfläche der Teil einer äußeren Oberfläche eines Zylinders ist.

4. Plasmaerosionsresistenter Klemmring nach Anspruch 3, wobei ein Abstand, welcher die Liniensegmente trennt, größer als 1 mm ist, und der Bogen ein Kreisbogen mit einem Radius von mindestens 1 mm ist.

5. Plasmaerosionsresistenter Klemmring nach Anspruch 4, wobei der spitze Winkel nicht mehr als  $30^\circ$  beträgt.

6. Plasmaerosionsresistenter Klemmring nach Anspruch 1, wobei der Ring und die Spitzen integral sind und aus einem plasmaerosionsresistenten Material gebildet sind.

7. Plasmaerosionsresistenter Klemmring nach Anspruch 1, wobei jede Spitze eine Rotationsoberfläche von  $\pi/2$  oder mehr Rad ist.

8. Plasma-Behandlungsvorrichtung umfassend: eine Plasmakammer,

erste und zweite Elektroden, die an ersten und zweiten gegenüberliegenden Endseiten der Plasmakammer plaziert sind, zum Erzeugen eines elektrischen Feldes in einer ersten Richtung zwischen den ersten und zweiten Elektroden,

einen Magnet, welcher einen Nord- und Südpol aufweist, plaziert an dritten und vierten gegenüberliegenden Enden der Plasmakammer, wobei die dritten und vierten Enden orthogonal zu den ersten und zweiten Enden sind, zum Erzeugen eines Magnetfeldes in einer zweiten Richtung zwischen dem Nord- und Südpol, wobei die zweite Richtung orthogonal zu der ersten Richtung ist,

einen Sockel, welcher innerhalb der Kammer zwischen

den ersten und zweiten Elektroden und dem Nord- und Südpol plaziert ist,  
 einen Gaseinlaß zum Einführen eines Niederdruckgases in die Plasmakammer, und  
 einen Klemmring zum Klemmen eines Wafers auf dem Sockel, wobei der Klemmring umfaßt:  
 einen Ring, und  
 eine oder mehrere Spitzen, welche an einem Umfang des Rings befestigt und gegenseitig beabstandet sind, wobei jede der Spitzen in radialer Richtung in Richtung eines Inneren des Rings vorragt, wobei jede Spitze mehrere Seitenoberflächen aufweist, welche spitz zulaufen zu und aufreffen auf eine einzelne kontinuierliche Rotationsoberfläche, welche im Inneren des Rings an einer Stelle der Spitze angeordnet ist, welche radial am weitesten von dem Ring entfernt ist, so daß ein Querschnitt der mehreren Seitenoberflächen und der einzelnen kontinuierlichen Rotationsoberfläche, aufgenommen in einer Ebene des Rings, erste und zweite Liniensegmente auf Linien, die sich in einem spitzen Winkel überkreuzen, und einem Bogen einer konkaven Ellipse umfaßt, welcher an einem Ende des ersten Liniensegmentes, am weitesten entfernt von dem Ring beginnt, und an einem Ende des zweiten Liniensegmentes, am weitesten von dem Ring entfernt, endet.

9. Integrierte Halbleiterschaltung gebildet durch die Schritte:

Klemmen eines Wafers, welcher die integrierte Halbleiterschaltung enthält, in einer Plasmakammer, unter Verwendung einer Klammer, welche umfaßt: einen Ring, und eine oder mehrere Spitzen, die am Umfang des Rings befestigt und gegenseitig beabstandet sind, wobei jede der Spitzen in radialer Richtung in Richtung eines Inneren des Rings vorragt, wobei jede Spitze mehrere Seitenoberflächen aufweist, die spitz zulaufen zu und sich treffen mit einer einzelnen kontinuierlichen Rotationsoberfläche, welche im Inneren des Rings an einer Stelle der Spitze plaziert ist, welche radial am weitesten von dem Ring entfernt ist, so, daß ein Querschnitt der mehreren Seiten Oberflächen und der einzelnen kontinuierlichen Rotationsoberfläche, aufgenommen in einer Ebene des Rings, erste und zweite Liniensegmente an Linien, die sich in einem spitzen Winkel überkreuzen, und einen Bogen einer konkaven Ellipse umfaßt, der an einem Ende des Liniensegmentes, am weitesten von dem Ring entfernt, beginnt und an einem Ende des zweiten Liniensegmentes, am weitesten von dem Ring entfernt, endet, wobei nur die Spitzen der Klammer den Wafer während er geklemmt ist berühren, und  
 Behandlung des Wafers mit einem Plasma während er geklemmt ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

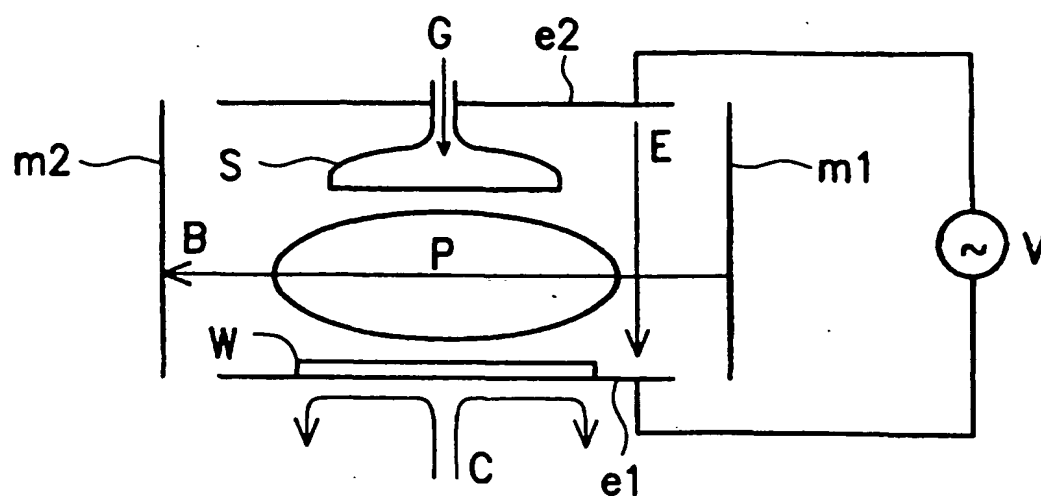
55

60

65

- Leerseite -





**FIG. 1 (STAND DER TECHNIK)**

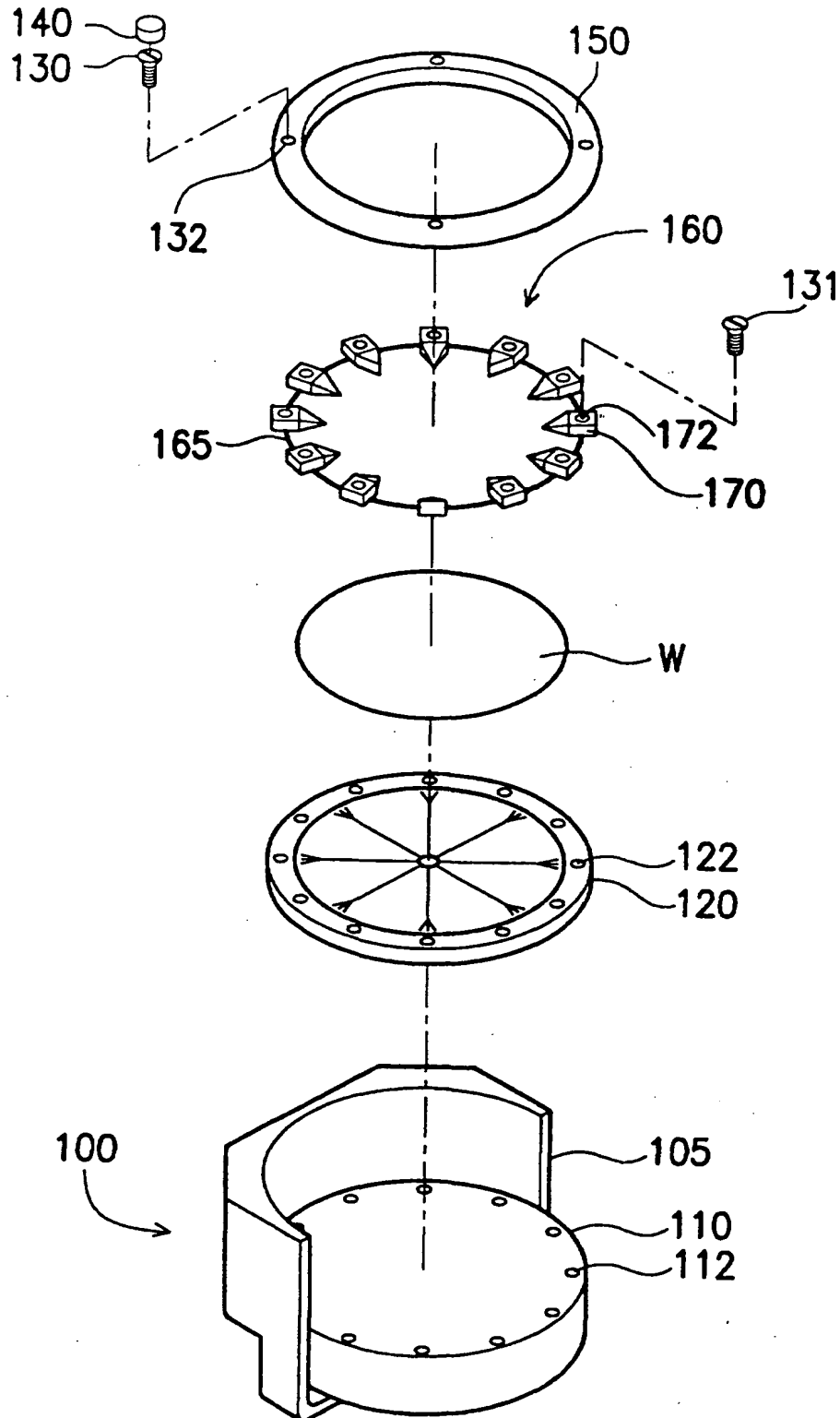
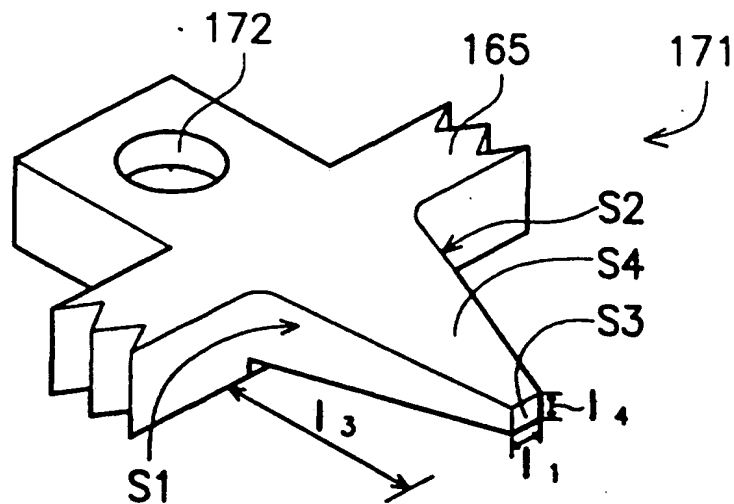
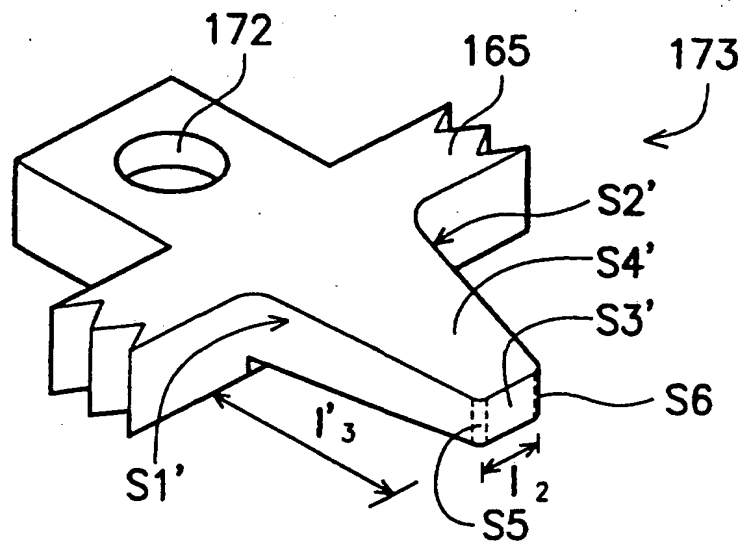


FIG. 2 (STAND DER TECHNIK)



**FIG. 3 (STAND DER TECHNIK)**



**FIG. 4 (STAND DER TECHNIK)**

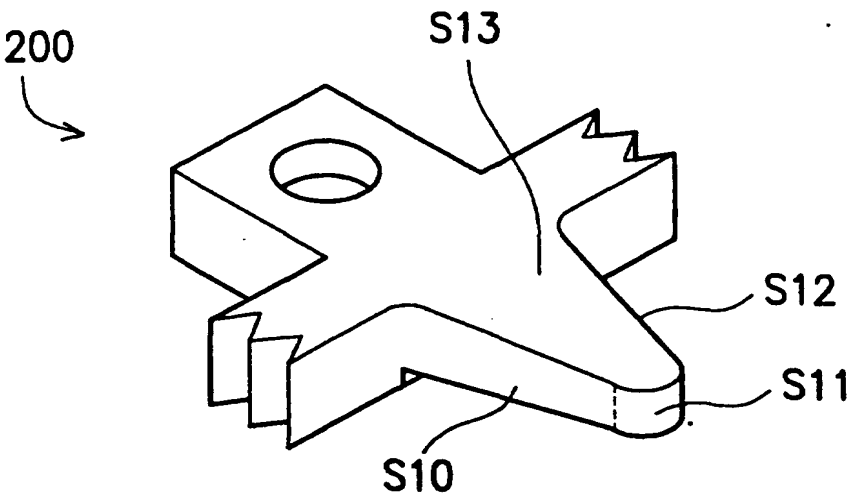


FIG. 5

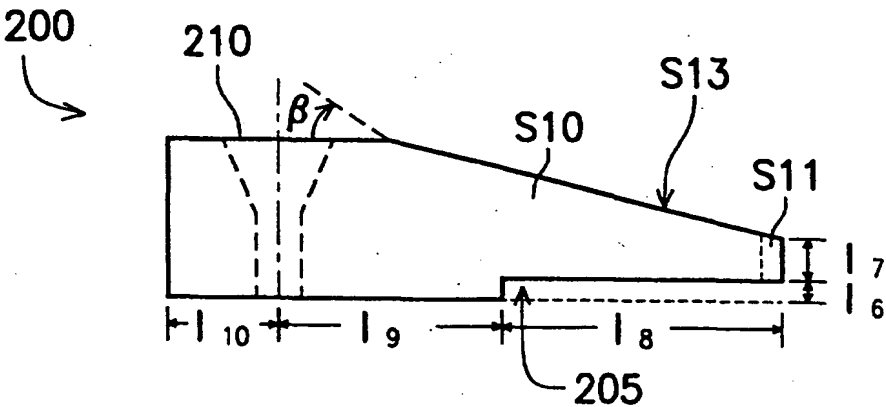


FIG. 6

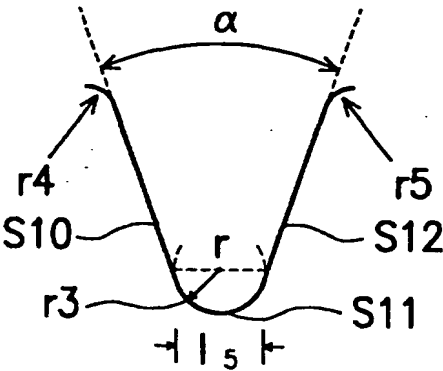


FIG. 7